

## Analysis of the Necessity and Importance of Using Drones in the Paddy Fields of Haraz Plain

Jamileh Aliloo<sup>1</sup>, Enayat Abbasi\*<sup>2</sup>, Esmail Karamidehkordi<sup>2</sup>,  
Ebadat Ghanbari Parmehr<sup>3</sup>, Maurizio Canavari<sup>4</sup>

<sup>1</sup>PhD. Student, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

<sup>2</sup>Associate Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Email: [enayat.abbasi@modares.ac.ir](mailto:enayat.abbasi@modares.ac.ir)

<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Geomatics, Faculty of Civil Engineering, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran.

<sup>4</sup>Professor, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum University of Bologna, Bologna, Italy.

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 13.03.2024  
Revised: 20.04.2024  
Accepted: 06.03.2024

**Keywords:**  
Agricultural Drones  
Farm Management  
Food Security  
Precision Agriculture  
Rice Farming

### ABSTRACT

The current research was done to analyze the necessity and importance of using drones in rice farming. This research was conducted with a qualitative approach and through content analysis in four stages, including material collection, descriptive analysis, category selection and evaluation. Using the non-probability sampling method and a combination of judgmental and referral methods, a sample of 15 experts in the field of agricultural drones was identified, and the necessary information was collected after about 12 hours of interviews. The semi-structured interview analysis has shown that a total of 43 concepts in three categories including "unique technical features", "monitoring and optimizing the production process (improvement of farm management)" and "economic, social and environmental benefits (welfare and well-being)" have been identified as the necessity and importance of using a drone in paddy farming. Based on this, the most necessary and important reasons for the use of drones in paddy farming include reducing the difficulty of farmers' work, reducing the amount of consumption of poisons and chemical fertilizers (through proper and accurate spraying) and the pollution caused by them, reducing the pressure on agricultural water resources through accurate use, time-saving, cost saving, flexibility (perform hybrid agricultural missions) and high mobility (speed), and identification of agricultural crop diseases. Drone technology is one of the emerging technologies and the latest generation of technologies related to precision agriculture. Due to the unique features of agricultural drones, their use in rice farming will monitor and optimize the production process, which will ultimately lead to economic, social and environmental benefits.



## تحلیل ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادها در شالیزارهای دشت هراز

جمیله علیلو<sup>۱</sup>، عنایت عباسی<sup>۲\*</sup>، اسماعیل کریمی دهکردی<sup>۲</sup>، عبادت قنبری پرمهر<sup>۳</sup> و مائوریتزو کاناواری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

<sup>۲</sup> دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، رایانامه: [enayat.abbasi@modares.ac.ir](mailto:enayat.abbasi@modares.ac.ir)

<sup>۳</sup> استادیار گروه نقشه برداری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی، بابل، ایران.

<sup>۴</sup> استاد گروه علوم کشاورزی و غذا، دانشگاه بلونیا، بلونیا، ایتالیا.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	پژوهش حاضر، با هدف تحلیل ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادها در برنج کاری انجام گردید. این پژوهش با رویکرد کیفی و از طریق تحلیل محتوا در چهار مرحله شامل جمع آوری مطالب، تحلیل توصیفی، انتخاب دسته و ارزیابی انجام شده است. با استفاده از روش نمونه گیری غیر احتمالی و ترکیبی از روش های قضاوتی و زنجیره ای، نمونه ای ۱۵ نفر از خبرگان در زمینه پهپاد های کشاورزی شناسایی شدند که در مجموع پس از انجام حدود ۱۲ ساعت مصاحبه اطلاعات لازم گردآوری شد. تجزیه و تحلیل مصاحبه نیمه ساختاریافته نشان داد که در مجموع ۴۳ مفهوم در سه مقوله شامل "ویژگی های فنی منحصربه فرد"، "نظارت و بهینه سازی فرآیند تولید محصول (بهبود مدیریت مزرعه)" و "مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی (رفاه و بهزیستی)" به عنوان ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادها در برنج کاری شناسایی شدند. بر این اساس ضروری ترین و با اهمیت ترین دلایل کاربرد پهپادها در برنج کاری شامل کاهش سختی کار کشاورزان، کاهش میزان مصرف سموم و کود های شیمیایی (از طریق سم پاشی اصولی و دقیق) و آلودگی ناشی از آنها، کاهش فشار به منابع آب کشاورزی از طریق استفاده دقیق، صرفه جویی در زمان، صرفه جویی در هزینه، انعطاف پذیری (انجام مأموریت های کشاورزی ترکیبی) و تحرک بالا (سرعت) و شناسایی بیماری های محصولات کشاورزی می باشند. به طور کلی فناوری پهپادی جزء فناوری های نوظهور و آخرین نسل از فناوری های مربوط به کشاورزی دقیق است. با توجه به ویژگی های منحصربه فرد پهپاد های کشاورزی، به کارگیری آن در برنج کاری موجب نظارت و بهینه سازی فرآیند تولید محصول می شود که در نهایت منجر به کسب مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی خواهد شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۶	
واژه های کلیدی: پهپاد کشاورزی مدیریت مزرعه امنیت غذایی کشاورزی دقیق برنج کاری	

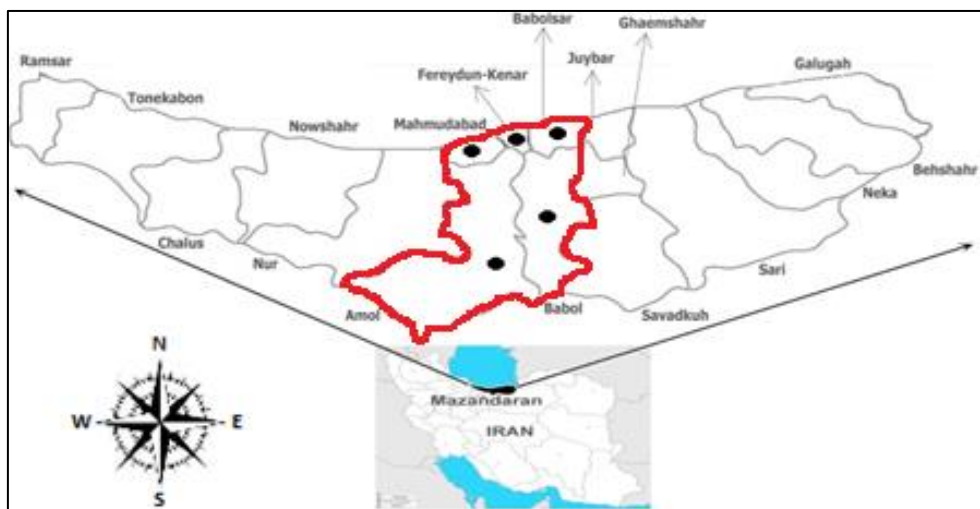
## مقدمه

پیش‌بینی می‌شود جمعیت ۸۶ میلیون نفری حال حاضر ایران با نرخ رشد ۱/۲ درصدی، در سال ۱۴۳۰ برابر با ۹۴ میلیون نفر شود (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۲). علیرغم رشد سریع‌تر تولید محصولات کشاورزی نسبت به جمعیت دهه‌های گذشته، بخش کشاورزی برای تغذیه این جمعیت و همچنین بهبود معیشت کشاورزان با چالش مواجه است (Karamidehkordi, 2010). علاوه بر افزایش جمعیت عامل دیگری که می‌تواند برای تولید مواد غذایی بیشتر در آینده بازدارنده باشد، کم شدن نیروی کار در بخش کشاورزی به‌ویژه در کشورهای جهان سوم از جمله ایران است، زیرا از یک سو درآمد ناکافی کشاورزان سبب مهاجرت آن‌ها از روستا به شهرها شده و خواهد شد و از سوی دیگر فرزندان کشاورزان مایل نیستند که شغل پدرانشان را داشته باشند (یزدی‌صمدی، ۱۳۹۶). در این میان مسئله دیگری که توجه به آن حائز اهمیت می‌باشد، ارتباط تنگاتنگ بین فعالیت‌های کشاورزی و محیط‌زیست می‌باشد که اثرات مخرب و نامطلوبی را برای محیط‌زیست در پی خواهد داشت (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۵). به‌طوری‌که مطابق با نظر سازمان خواربار و کشاورزی، فعالیت‌های کشاورزی به میزان زیادی موجب کاهش تنوع زیستی و فرسایش خاک می‌شود (FAO, 2013) که دلیل عمده آن مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی می‌باشد (عیدی و همکاران، ۱۳۹۹). آثار زیان‌بار مصرف بیش‌ازحد کودها و سموم شیمیایی روی خاک و محیط‌زیست باعث می‌شود که افزایش در تولید ناپایدار باشد (مؤمنی‌هلالی و همکاران، ۱۳۹۸). مضاف بر آن، سلامت مواد غذایی و انسان را با بحران مواجه می‌کند (سوختانلو و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین کمبود آب در کشور نیز بر حساسیت‌های قابل‌درکی که در سال‌های اخیر در قبال حفظ منابع‌های انرژی ایجاد شده، افزوده است (آرایش و صبوری، ۱۳۹۴).

برنج از جمله مهم‌ترین محصولات کشاورزی در راستای تأمین امنیت غذایی هست که در ایران دومین محصول راهبردی بعد از گندم است و جزء اقلام اصلی سبد مصرفی خانوار به شمار می‌رود (همایونی و همکاران، ۱۳۹۷؛ مردانی نجف‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۹). کشت برنج با تأمین دوسوم از نیاز کشور جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات زراعی دارد (یاقوتی و همکاران، ۱۴۰۰). سطح تولید محصولات زراعی در ایران حدود ۱۲ میلیون هکتار است که سطح زیر کشت برنج در ۲۲ استان کشور حدود ۷/۰۱ درصد (۶۵۰۷۸۱ هکتار) از آن را به خود اختصاص داده است. برنج مهم‌ترین فعالیت زراعی، اقتصادی، اجتماعی و اشتغال استان‌های شمالی کشور شامل مازندران، گیلان و بعضاً استان گلستان محسوب می‌شود که به ترتیب با سطح زیر کشت حدود ۲۵۵، ۱۸۰ و ۶۵ هزار هکتار بیش از ۷۶/۵ درصد تولید برنج کشور را به خود اختصاص دادند (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۱). عمده تمرکز شالیزارها استان مازندران به‌عنوان استان پیشرو در تولید برنج کشور در مناطق مرکزی این استان موسوم به دشت هراز (شامل شهرهای آمل، بابل، بابلسر، فریدون‌کنار و محمودآباد) است که بیش از ۶۰ درصد سطح زیر کشت برنج این استان را به خود اختصاص داده است (سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران، ۱۳۹۷).

باوجود نقش کلیدی این محصول در ایجاد امنیت غذایی و اشتغال، مصرف بی‌رویه نهاده‌ها و نبود کنترل در مصرف نهاده‌هایی چون کودها و سموم شیمیایی، اثرات مخرب زیست‌محیطی فراوانی بر جای می‌گذارد (همایونی و همکاران، ۱۳۹۷). لازم به ذکر است که بیش از ۶۰ درصد سموم شیمیایی کل کشور در استان‌های شمالی مصرف می‌شود (ظهیری و موسوی، ۱۳۹۳).

از طرفی، روش رایج کشت برنج در استان مازندران و منطقه مورد مطالعه، روش سنتی موسوم به غرقابی می باشد که غرقاب طولانی در روش کشت مرسوم، موجب بروز مشکلاتی در طول دوره رشد برنج از جمله ایجاد شرایط عدم احیاء خاک در اثر کاهش تهویه، حساسیت گیاه به آفات و بیماری ها و همچنین آلودگی آب و خاک می شود که با توجه به مشکلات جدی کمبود آب در طی سال های اخیر در زمان کشت برنج در منطقه، نیازمند توجه به رویکردهایی می باشیم که سبب صرفه جویی در مصرف آب و استفاده دقیق آن در هنگام کاشت برنج شود (رحیمی پول و همکاران، ۱۴۰۰).



شکل ۱- حوضه آبریز دشت هراز

در راستای مسائل و مشکلات مطرح شده، متخصصان علوم کشاورزی در طی سال های اخیر در جستجوی شیوه های نوینی در مدیریت تولید محصولات کشاورزی بوده اند تا ضمن بهینه سازی مصرف نهاده ها، عملکرد را نیز افزایش داده و در نهایت بهره وری را بالا ببرند (آرایش و صبوری، ۱۳۹۴). به عبارتی، مقابله با مسائل بخش کشاورزی، نیازمند تغییرات در شیوه های تولید و توجه به فناوری های نوین در راستای پایداری تولیدات، امنیت غذایی و حفظ محیط زیست می باشد (یزدی صمدی، ۱۳۹۶). فناوری های نوظهوری که مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات بوده و می توانند با ارائه داده های قابل اعتماد، دقیق و به موقع نقش مهمی را در بخش کشاورزی ایفا کنند (Radoglou-Grammatikis et al., 2020). فناوری پهبادی یکی از فناوری های نوظهور است که در سال های اخیر از آن به منظور انجام عملیات کشاورزی به شیوه ای پایدار مورد بهره برداری قرار می گیرد (Rani et al., 2019). استفاده و دامنه کاربردهای پهبادهای در کشاورزی به سرعت در حال گسترش است. به گفته انجمن بین المللی سیستم های وسایل نقلیه بدون سرنشین، ۸۰ درصد از پهبادهای در آینده نزدیک برای اهداف کشاورزی استفاده می شود؛ بنابراین، واضح است که پهبادهای نقش بااهمیتی در توسعه بخش کشاورزی خواهند داشت (Radoglou-Grammatikis et al., 2020). با وجود اهمیت فناوری پهبادهای کشاورزی، ترویج و توسعه کاربرد آنها در کشاورزی اغلب آن طور که انتظار می رود موفقیت آمیز نمی باشد (Freeman and Freeland, 2015).

علیرغم پیشرفت در نمونه برداری هوایی با هواپیماهای بدون سرنشین در دهه گذشته، استفاده از هواپیماهای بدون سرنشین در مزارع کشاورزی به چند کشور از جمله ایالات متحده، چین، ژاپن و آلمان محدود شده است. در واقع،

تلاش‌های بسیار کمی در کشورهای دیگر برای توسعه و به‌کارگیری هواپیماهای بدون سرنشین در مزارع کشاورزی صورت گرفته است (Kim et al., 2018). در ایران هم برای اولین بار در سال ۱۳۱۷ به‌واسطه طغیان ملخ مراکشی در مناطقی از گرگان و دشت مغان، دولت ایران با همکاری دولت شوروی از هواپیما برای طعمه پاشی علیه این آفت استفاده کرد. در سال ۱۳۵۴ نیز با پیشنهاد مسئولین کشاورزی وقت از طریق جلب مشارکت بخش خصوصی مقدمات تشکیل شرکت هواپیمایی خدمات ویژه کشاورزی فراهم شد (ویتترین نت، ۱۴۰۰). با این وجود بخش کشاورزی کشورهای در حال توسعه از جمله ایران برای کاربرد فناوری پهپادی آماده نمی‌باشد (عیدی و همکاران، ۱۳۹۹). یکی از دلایل آن می‌تواند عدم وجود درک جامع از ضرورت (لزوم و وجوب کاربرد پهپادها) و اهمیت (قضاوت ارزشی در مورد ارزش یا تأثیر برتر پهپادها) کاربرد آن در بخش کشاورزی ایران باشد. لذا با توجه به موارد مطرح‌شده، این پژوهش در پی پاسخ به این سؤال است که ضرورت و اهمیت استفاده از پهپادها در برنج‌کاری چه هستند؟

علیرغم رشد و توسعه کاربرد پهپادها در حوزه‌های مختلف از جمله نظامی، اما کاربرد آن در کشاورزی به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه به‌کندی در حال رخ دادن است. لذا نگرانی‌هایی در مورد سطوح پایین پذیرش این نوع از فناوری‌ها که با توجه به نوظهور بودن و عدم شناخت از ویژگی‌ها و کارکرد آن و به‌تبع آن عدم آگاهی جامع از ضرورت و اهمیت کاربرد آن، وجود دارد. در بررسی ادبیات تحقیق انعطاف‌پذیری و تحرک بالا (Chakreeves et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Ayamga et al., 2021; Boursianis et al., 2022)، مدل‌سازی سه‌بعدی محصول (Ayamga et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Boursianis et al., 2022)، قابلیت‌های تصویربرداری با دقت و وضوح بالا (Ayamga et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Boursianis et al., 2022)، تصاویر چند طیفی (Boursianis et al., 2022)، اندازه‌گیری مورفولوژی گیاه (ارتفاع و سطح برگ و حجم دانه و غیره) (Boursianis et al., 2022; Maddikunta et al., 2021; Librán-Embid et al., 2020)، قابلیت بذرپاشی (Maddikunta et al., 2021)، ارائه بینش‌های مهم در مورد خسارت محصول (Ayamga et al., 2021; Maddikunta et al., 2021)، ارزیابی دقیق وضعیت رشد و ویژگی‌های محصول در مزرعه (Ayamga et al., 2021; Maddikunta et al., 2021; Boursianis et al., 2022)، ارزیابی دقیق شرایط خاک مزرعه (Ayamga et al., 2021; Radoglou-Grammatikis et al., 2020; El Hoummaidi et al., 2021; Maddikunta et al., 2021; Inoue, 2020)، شناسایی بیماری‌های محصولات کشاورزی (Ayamga et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Chivasa et al., 2021; Boursianis et al., 2022)، پایش سلامت محصول (Ayamga et al., 2021; Radoglou-Grammatikis et al., 2020)، پایش سلامت محصول (Ayamga et al., 2021; Radoglou-Grammatikis et al., 2020; Inoue, 2020)، شناسایی آفات محصولات کشاورزی (Maddikunta et al., 2021; Radoglou-Grammatikis et al., 2020; Librán-Embid et al., 2020)، ارزیابی تنش‌های زیستی و غیر زیستی (El Hoummaidi et al., 2020; Librán-Embid et al., 2020; Inoue, 2020; Radoglou-Grammatikis et al., 2020)، کاهش فشار به منابع آب کشاورزی از طریق استفاده دقیق (Ayamga et al., 2021; Wachenheim et al., 2021; El Hoummaidi et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Maddikunta et al., 2021; Inoue, 2020)، مواجهه کمتر کشاورزان با مواد شیمیایی (Ayamga et al., 2021; Inoue, 2020)، کاهش سختی کار کشاورزان (Ajayi, 2019; Zhan et al., 2020; Bouguettaya et al., 2022)، اشتغال جوانان در

بخش کشاورزی به دلیل وجود فناوری سطح بالا (Ayamga et al., 2021; Sylvester, 2018)، صرفه‌جویی در زمان (Bouguettaya et al., 2022; Wachenheim et al., 2021; Chakreeves et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; El Bouguettaya et al., 2022; Boursianis et al., 2021)، استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی (Hoummaidi et al., 2021; Wachenheim et al., 2021; Ayamga et al., 2021; Chakreeves et al., 2021; El Hoummaidi et al., 2021; Chakreeves et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Wachenheim et al., 2021) کاهش هزینه تولید (Moysiadis et al., 2021) و صرفه‌جویی در نیروی کار (et al., 2021; Zhan et al., 2020; Librán-Embida et al., 2020; Inoue, 2020) به‌عنوان ویژگی‌های کاربرد پهپادها در کشاورزی در مطالعات مختلف مورد اشاره و تأکید قرار گرفته‌اند؛ اما به توجه به نوظهور بودن و عدم شناخت کافی از این فناوری با توجه پیچیدگی‌های کاربرد آن در مزارع برنج که موافقان و مخالفان متعددی دارد، بررسی عمیق نظرات و دیدگاه خبرگان در خصوص ضرورت و اهمیت کاربرد این فناوری در برنج‌کاری، بسیار حائز اهمیت است که این مهم تنها با استفاده از رویکرد کیفی میسر است. فراهم آوردن اطلاعات دقیق و جامع در خصوص ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادها در برنج‌کاری به‌عنوان عمده‌ترین فعالیت اقتصادی نواحی شمال ایران، به ارتقا دانش مسئولین مربوطه در جهت فراهم‌سازی بسترها و تسهیل دسترسی کشاورزان به پهپادها (Zheng et al., 2019) و نیز افزایش آگاهی و دانش کشاورزان به‌منظور تصمیم‌گیری آگاهانه در استفاده از این فناوری کمک شایان توجهی خواهد کرد. از طرفی، انجام چنین مطالعه‌ای موجب گرایش جوانان تحصیل‌کرده روستایی و حتی شهری به فعالیت در بخش کشاورزی و ورود آن‌ها به شرکت‌های ارائه خدمات کشاورزی می‌شود که این امر نیز به‌نوبه‌ی خود باعث کمک به اشتغال جوانان تحصیل‌کرده و نیز بهبود تولیدات کشاورزی و بازده سرمایه‌گذاری کشاورزان خواهد شد (Sylvester, 2018). به عبارتی چنین پیشرفت‌هایی عناصر اساسی توسعه در جامعه هستند و سطح زندگی را بهبود می‌بخشد (Ayamga et al., 2021). لذا پژوهشی که به تحلیل جامع از ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادها در کشاورزی پردازد و اطلاعات جامعی را در مورد کاربرد آن‌ها به تصویر بکشد، ضروری است.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها، توصیفی - تحلیلی است. پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و از طریق تحلیل محتوا انجام شده است. در این مطالعه تحلیل محتوا در قالب چهار مرحله گردآوری مطالب، تحلیل توصیفی، انتخاب دسته و ارزیابی انجام شده است (Duan et al., 2020; Chen et al., 2017; Seuring and Gold, 2012). مرحله اول این تحقیق شامل شناسایی متخصصان در زمینه پهپادهای کشاورزی در استان مازندران می‌باشد. در بسیاری از تحقیقات - از جمله تحقیق حاضر - شمارش جمعیت به‌عنوان یک نیاز اساسی در نمونه‌گیری احتمالی بسیار مشکل است. در این موارد محقق از روش نمونه‌گیری غیر احتمالی استفاده می‌کند (Ary et al., 2010; Getz and Carlsen, 2000). یکی از روش‌های مورد استفاده در این زمینه، نمونه‌گیری قضاوتی است. استفاده از این روش باعث می‌شود که نمونه‌های مورد مطالعه به بهترین نحو در راستای اهداف تحقیق شناسایی شوند (Barbieri and Mahoney, 2009).

بر این اساس در نمونه‌گیری از خبرگان پهپادهای کشاورزی از نمونه‌گیری غیر احتمالی و ترکیبی از روش‌های قضاوتی و زنجیره‌ای استفاده شد. به این ترتیب ابتدا تعدادی از خبرگان پهپادهای کشاورزی شناسایی و اطلاعات لازم

به دست آمد. سپس با کمک آن‌ها سایر خبرگان نیز شناسایی شدند. در نهایت ۱۵ نفر از خبرگان در زمینه پهپادهای کشاورزی در این تحقیق شرکت کردند. دستیابی به اطلاعات لازم از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته حاصل شد. در فرآیند مصاحبه، یک سؤال باز در رابطه با ضرورت و اهمیت استفاده از پهپادهای کشاورزی مطرح شد، سپس این سؤال به سؤالات جزئی‌تر تقسیم شد تا اطلاعات دقیقی به دست آید. علاوه بر مصاحبه‌گر که گردآوری داده‌ها توسط خبرگان را تسهیل می‌کرد، یک دستیار نیز یادداشت‌های موردنیاز را برداشت می‌کرد. هر مصاحبه به‌طور میانگین ۴۵ دقیقه به طول انجامید. شایان‌ذکر است، برخی از جلسات مصاحبه در دفتر کار خبرگان و تعداد محدودی از جلسات در کنار مزارع شالیزاری و هم‌زمان با مشاهده کارکرد پهپادها با خبرگان انجام شد. تحقیق در مرحله تحلیل توصیفی نشان داد که شرکت‌کنندگان شامل یک هیات علمی از دانشگاه، یک هیات علمی از موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، پنج نفر کاربر پهپاد، شش نفر به‌عنوان کاربر-کارشناس و دو نفر به‌عنوان کارشناسان پهپاد بودند. در انتخاب دسته، بر اساس یادداشت‌های برداشته‌شده، عباراتی با مفاهیم مشابه در یک دسته قرار داده‌شده و نام‌گذاری شده است. در نهایت، مقوله‌ها و مضامین مجدداً در اختیار مصاحبه‌شوندگان قرار گرفت تا جایی که اعتبار یافته‌ها در مرحله ارزیابی اندازه‌گیری و تأیید شد (جدول ۱).

جدول ۱- مراحل اجرای تحلیل محتوا

مرحل	عنوان	اقدامات
۱	گردآوری مطالب	در این مرحله خبرگان در زمینه پهپادهای کشاورزی در استان مازندران با استفاده از روش نمونه‌گیری غیر احتمالی شناسایی شدند. سپس با آن‌ها به‌طور میانگین ۴۵ دقیقه مصاحبه انجام و اطلاعات لازم گردآوری شد.
۲	تحلیل توصیفی	در این مرحله ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای خبرگان تحلیل و توصیف شد. ضمن اینکه بر اساس اطلاعات گردآوری‌شده و رجوع به یادداشت‌های برداشته‌شده، مفاهیم استخراج شدند.
۳	انتخاب دسته	با در نظر داشتن مفاهیم استخراج‌شده از مرحله قبل، در این مرحله مفاهیم مشابه در یک دسته قرار داده‌شده و نام‌گذاری شدند.
۴	ارزیابی	در نهایت به‌منظور ارزیابی دسته‌بندی انجام‌شده در مرحله قبل؛ مقوله‌ها و مفاهیم در اختیار تعدادی از مصاحبه‌شوندگان قرار گرفت که از این طریق اعتبار یافته‌ها تأمین شد.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

## یافته‌های پژوهش

### ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای پاسخگویان

همان‌طور که قبلاً اشاره شده است، ۱۵ نفر از خبرگان در زمینه پهپادهای کشاورزی در این مطالعه مشارکت داشتند. به لحاظ جنسیت ۱۴ نفر از پاسخگویان مرد و یک نفر زن بودند. میانگین سن خبرگان مشارکت‌کننده در این مطالعه بیش از ۴۱ سال بود که بیشترین فراوانی مربوط به طبقه سنی ۳۰ تا ۴۰ سال بودند. اغلب خبرگان مورد مطالعه دارای سه تا پنج سال سابقه فعالیت در حوزه پهپادهای کشاورزی بودند. سطح تحصیلات بیش از نیمی از خبرگان مورد مطالعه در سطح کارشناسی ارشد بود (جدول ۲).

جدول ۲- توزیع فراوانی نتایج آمار توصیفی ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای و توزیع خبرگان

سطوح متغیر	فراوانی	درصد	درصد تجمعی	ملاحظات
------------	---------	------	------------	---------

میانگین = ۴۱/۸۷	۴۶/۶۷	۴۶/۶۷	۷	۴۰ سال و کمتر	سن
انحراف معیار = ۷/۳۸	۸۰	۳۳/۳۳	۵	۴۱-۵۰	
بیشینه = ۵۲	۱۰۰	۲۰	۳	۵۱ سال و بیشتر	
کمینه = ۳۰		۱۰۰	۱۵	جمع کل	
میانگین = ۵/۲۷	۷۳/۳۳	۷۳/۳۳	۱۱	۵-۱	سابقه فعالیت
انحراف معیار = ۲/۷۹	۹۳/۳۳	۲۰	۳	۶-۱۰	
بیشینه = ۱۱	۱۰۰	۶/۶۷	۱	۱۱-۱۵	
کمینه = ۳		۱۰۰	۱۵	جمع کل	
	۱۳/۳۳	۱۳/۳۳	۲	دکتری	سطح تحصیلات
	۶۶/۶۷	۵۳/۳۴	۸	کارشناسی ارشد	
میان = کارشناسی ارشد	۱۰۰	۳۳/۳۳	۵	کارشناسی	
		۱۰۰	۱۵	جمع کل	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

### اولویت‌بندی کدهای محوری (مقوله‌ها) و کدهای باز (مفاهیم) استخراج شده از مصاحبه با خبرگان

به‌منظور واکاوی ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادهای کشاورزی در برنج‌کاری، سؤال محوری "ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادهای کشاورزی در برنج‌کاری چیست؟" از خبرگان پرسیده شد. تحلیل محتوای داده‌ها که شامل نتایج حاصل از ۱۵ مصاحبه بود با رجوع به متن مصاحبه‌ها منجر به استخراج ۴۳ کد (عبارت) باز شد. نتایج مقوله‌بندی‌ها به ترتیب اولویت کدهای باز به لحاظ بالاترین فراوانی در جدول ۴ آورده شده شد. لازم به ذکر است که بر اساس معانی هر یک از کدهای باز، کدهای هم‌رسته در یک مقوله قرار گرفتند. براین اساس کدهای (عبارات) ۴۳ گانه در سه محور "ویژگی‌های فنی منحصربه‌فرد" با ۱۳ عبارت، "نظارت و بهینه‌سازی فرآیند تولید محصول (بهبود مدیریت مزرعه)" با ۱۰ عبارت و "مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (رفاه و بهزیستی)" با ۲۰ عبارت مقوله‌بندی شدند.

بر اساس یافته‌های جدول (۳)، مقوله مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (رفاه و بهزیستی) با ۲۰ عبارت و با مجموع ۲۴۳ تکرار به‌عنوان ضروری‌ترین و بااهمیت‌ترین دلایل کاربرد پهپادها در برنج‌کاری مطرح می‌باشد. در بین عبارات این مقوله، کاهش سختی کار کشاورزان، کاهش میزان مصرف سموم و کودهای شیمیایی (از طریق سم‌پاشی اصولی و دقیق) و آلودگی ناشی از آن‌ها، کاهش فشار به منابع آب کشاورزی از طریق استفاده دقیق با ۱۵ تکرار، صرفه‌جویی در زمان، صرفه‌جویی در هزینه با ۱۴ تکرار و صرفه‌جویی در نیروی کار، کمک به اشتغال جوانان تحصیل‌کرده در بخش کشاورزی به دلیل وجود فناوری سطح بالا، عدم تخریب مزرعه و محصول با ۱۳ تکرار به‌این ترتیب به‌عنوان ضروری‌ترین و بااهمیت‌ترین دلایل کاربرد پهپادها در برنج‌کاری شناسایی شدند.

دیگر مقوله ضروری و با اهمیت کاربرد پهپادها در برنج‌کاری مربوط به ویژگی‌های فنی منحصربه‌فرد پهپادها با ۱۳ عبارت و با مجموع ۱۵۵ تکرار است. انعطاف‌پذیری (انجام مأموریت‌های کشاورزی ترکیبی) و تحرک بالا (سرعت) با ۱۴ تکرار، اندازه کوچک و حمل‌ونقل آسان با ۱۳ تکرار و توانایی منحصربه‌فرد در ارائه داده‌های دقیق و فوری در زمان و مکان موردنیاز به‌منظور تصمیم‌گیری به‌موقع، قابلیت‌های تصویربرداری با دقت و وضوح بالا، توانایی اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژی گیاه (ارتفاع و سطح برگ و حجم دانه و ...)، توصیف مؤثر تنوع در سیستم‌های زراعی، ارائه تصاویر چند طیفی (از طریق اندازه‌گیری طیف‌های رنگی خورشید و تفسیر در نرم‌افزارهای مربوطه)،

قابلیت بذریابی، کمک به ایجاد نمای سیستمی بهتر و پشتیبانی تصمیم‌گیری و مدل‌سازی سه‌بعدی محصول (آنالیز محصول باکیفیت خوب با قیمت مناسب) جهت ارائه فرصت بازیابی محصول با ۱۲ تکرار به ترتیب به‌عنوان ضروری‌ترین و بااهمیت‌ترین دلایل کاربرد پهپادها در برنج‌کاری در مقوله ویژگی‌های فنی منحصربه‌فرد پهپادها شناسایی شدند.

مقوله نظارت و بهینه‌سازی فرآیند تولید محصول (بهبود مدیریت مزرعه) به‌عنوان دیگر مقوله ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادها در برنج‌کاری با ۱۰ عبارت و با مجموع ۱۰۸ تکرار می‌باشد. در این مقوله عبارات شناسایی بیماری‌های محصولات کشاورزی با ۱۴ تکرار، شناسایی آفات محصولات کشاورزی، ارزیابی دقیق وضعیت رشد و سلامت محصول، برنامه‌ریزی کاشت (تهیه اطلاعات مزرعه قبل کشت) با ۱۲ تکرار و شناسایی علف‌های هرز محصولات کشاورزی و ارائه بینش‌های مهم در مورد خسارت محصول و کاهش خسارات با ۱۱ تکرار به ترتیب به‌عنوان ضروری‌ترین و بااهمیت‌ترین دلایل کاربرد پهپادها در برنج‌کاری شناسایی شدند.

جدول ۳- تحلیل محتوای کدهای استخراج‌شده از مصاحبه‌ها و مقوله‌بندی کدها (مفاهیم)

ردیف	کدهای محوری (مقوله‌ها)	کدهای باز (مفاهیم)	فراوانی (تکرار)	فراوانی (تکرار) کل
۱		کاهش سختی کار کشاورزان	۱۵	
۲		کاهش میزان مصرف سموم و کودهای شیمیایی (از طریق سم‌پاشی اصولی و دقیق) و آلودگی ناشی از آن‌ها	۱۵	
۳		کاهش فشار به منابع آب کشاورزی از طریق استفاده دقیق	۱۵	
۴		صرفه‌جویی در زمان	۱۴	
۵		صرفه‌جویی در هزینه	۱۴	
۶		صرفه‌جویی در نیروی کار	۱۳	
۷		کمک به اشتغال جوانان تحصیل‌کرده در بخش کشاورزی به دلیل وجود فناوری سطح بالا	۱۳	
۸	مزایای اقتصادی،	عدم تخریب مزرعه و محصول	۱۳	
۹	اجتماعی و	کاهش نیاز به ماشین‌آلات (همچون سم‌پاش‌های تراکتوری و ...)	۱۲	۲۴۳
۱۰	زیست‌محیطی (رفاه و	بهبود ارائه خدمات (سودآوری به همراه راحتی استفاده از خدمات)	۱۲	
۱۱	بهریستی)	حفاظت از خاک به‌واسطه تعیین دقیق میزان مصرف کودهای شیمیایی	۱۲	
۱۲		حفظ سلامت کشاورز (مواجهه کمتر کشاورزان با مواد شیمیایی)	۱۲	
۱۳		تولید محصول سالم	۱۲	
۱۴		افزایش سود سالانه کشاورزی (سودآوری)	۱۱	
۱۵		بهینه‌سازی راندمان تولید به روشی مقرون‌به‌صرفه	۱۱	
۱۶		توانمندسازی مردم محلی برای نظارت مؤثرتر بر منابع خود (کمک به اتخاذ استراتژی مناسب)	۱۱	
۱۷		کمک به تولید باکیفیت‌تر	۱۰	
۱۸		مدیریت ریسک و دانش برای کشاورزان	۱۰	
۱۹		مبارزه بیولوژیک آفات	۱۰	

دو فصلنامه تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۱، شماره ۲، ۱۴۰۳

ردیف	کدهای محوری (مقوله‌ها)	کدهای باز (مفاهیم)	فراوانی (تکرار)	فراوانی (تکرار کل)
۲۰		استقرار شفافیت فرآیند ارزیابی خسارت و محاسبات آن توسط شرکت‌های بیمه	۸	
۲۱		انعطاف‌پذیری (انجام مأموریت‌های کشاورزی ترکیبی) و تحرک بالا (سرعت)	۱۴	
۲۲		اندازه کوچک و حمل و نقل آسان	۱۳	
۲۳		توانایی منحصربه‌فرد در ارائه داده‌های دقیق و فوری در زمان و مکان مورد نیاز به منظور تصمیم‌گیری به موقع	۱۲	
۲۴		قابلیت‌های تصویربرداری با دقت و وضوح بالا	۱۲	
۲۵		توانایی اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژی گیاه (ارتفاع و سطح برگ و حجم دانه و ...)	۱۲	
۲۶		توصیف مؤثر تنوع در سیستم‌های زراعی	۱۲	
۲۷	ویژگی‌های فنی منحصر به فرد	ارائه تصاویر چند طیفی (از طریق اندازه‌گیری طیف‌های رنگی خورشید و تفسیر در نرم‌افزارهای مربوطه)	۱۲	۱۵۵
۲۸		قابلیت بذریاشی	۱۲	
۲۹		کمک به ایجاد نمای سیستمی بهتر و پشتیبانی تصمیم‌گیری	۱۲	
۳۰		مدل‌سازی سه‌بعدی محصول (آنالیز محصول باکیفیت خوب باقیمت مناسب) جهت ارائه فرصت بازاریابی محصول	۱۲	
۳۱		ادغام حسگرهای هوشمند (از طریق سنسورهای مختلف جهت ارائه حال گیاه)	۱۱	
۳۲		تجزیه و تحلیل توپوگرافی (پستی و بلندی زمین)	۱۱	
۳۳		بازرسی زمین‌های کشاورزی در هکتار بالا (۳۳-۵۰۰ هکتار) در روز	۱۰	
۳۴		شناسایی بیماری‌های محصولات کشاورزی	۱۴	
۳۵		شناسایی آفات محصولات کشاورزی	۱۲	
۳۶		ارزیابی دقیق وضعیت رشد و سلامت محصول	۱۲	
۳۷	نظارت و بهینه‌سازی فرآیند تولید محصول	برنامه‌ریزی کاشت (تهیه اطلاعات مزرعه قبل کشت)	۱۲	
۳۸		شناسایی علف‌های هرز محصولات کشاورزی	۱۱	۱۰۸
۳۹	(بهبود مدیریت مزرعه)	ارائه بینش‌های مهم در مورد خسارت محصول و کاهش خسارات	۱۱	
۴۰		ارزیابی تنش‌های زیستی و غیر زیستی (آبی، مواد غذایی و ...)	۱۰	
۴۱		پیش‌بینی عملکرد محصول	۹	
۴۲		ارزیابی دقیق شرایط خاک مزرعه	۹	
۴۳		تخمین عمق شخم با استفاده از سنسورها	۸	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

**بحث، نتیجه‌گیری، پیشنهادها**

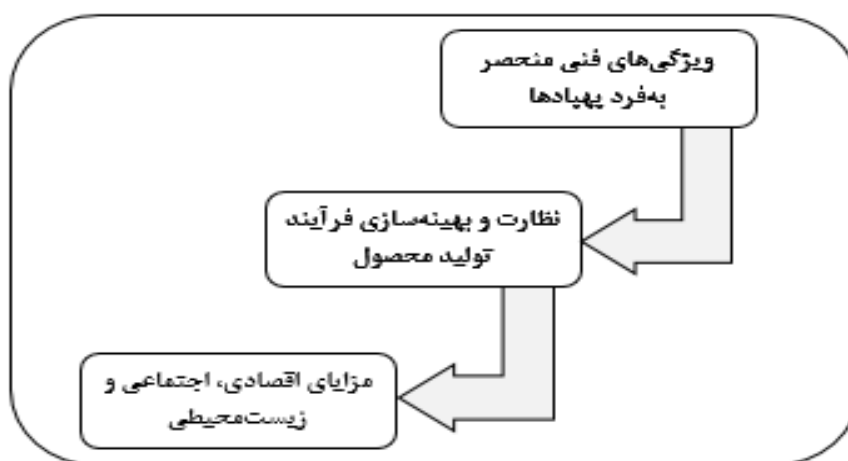
افزایش تولید مواد غذایی و درعین حال در نظر گرفتن نگرانی‌های زیست‌محیطی کار آسانی نیست و با بهبود جزئی روش‌های تولید نمی‌توان بر این چالش فائق آمد. به کارگیری فناوری‌های مناسب می‌توانند بین افزایش تولید مواد

غذایی و حفظ محیط‌زیست تعادل مناسبی برقرار سازد (Frankelius et al., 2019). در این راستا، پهپادها یکی از مفیدترین ماشین‌آلات برای کشاورزی مدرن هستند (Rahman et al., 2021). پهپادها به‌عنوان جدیدترین ابزار برای کشاورزی است (European Court of Auditors, 2018) و جزء فناوری‌های نوظهور و آخرین نسل از فناوری‌های مربوط به کشاورزی دقیق است (ولی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۲) که در سال‌های اخیر در کشاورزی مورد توجه و بهره‌برداری قرار گرفته است. در این مطالعه از طریق مصاحبه با متخصصان، برحسب مفاهیم، ضرورت و اهمیت استفاده از پهپادها در برنج‌کاری در قالب سه مقوله شامل "مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (رفاه و بهزیستی)"، "ویژگی‌های فنی منحصربه‌فرد پهپاد" و "نظارت و بهینه‌سازی فرآیند تولید محصول" دسته‌بندی شدند.

مطابق با یافته‌ها، ضروری‌ترین و بااهمیت‌ترین دلایل به‌کارگیری پهپادها در برنج‌کاری به لحاظ تکرار (فراوانی) از مجموع ۱۵ مصاحبه انجام‌شده شامل کاهش سختی کار کشاورزان (Bouguettaya et al., 2022; Zhan et al., 2020)، کاهش میزان مصرف سموم و کودهای شیمیایی (از طریق سم‌پاشی اصولی و دقیق) و آلودگی ناشی از آن‌ها (Bouguettaya et al., 2022; Boursianis et al., 2022; Wachenheim et al., 2021; Ayamga et al., 2021; )، کاهش فشار به منابع آب کشاورزی از طریق استفاده دقیق (Boursianis et al., 2022; Wachenheim et al., 2021; El Hoummaidi et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Maddikunta et al., 2021; Inoue, 2020) مربوط به مقوله مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (رفاه و بهزیستی) با ۱۵ تکرار، صرفه‌جویی در زمان (Bouguettaya et al., 2022; )، صرفه‌جویی در هزینه (Wachenheim et al., 2021; Chakreeves et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; El Hoummaidi et al., 2021; Chakreeves et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Wachenheim et al., 2021; Zhan et al., 2020; Librán-Embid et al., 2020; Inoue, 2020) مربوط به مقوله مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (رفاه و بهزیستی)؛ انعطاف‌پذیری (انجام مأموریت‌های کشاورزی ترکیبی) و تحرک بالا (سرعت) (Chakreeves et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Ayamga et al., 2021; Boursianis et al., 2022; Chivasa et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; )، بیماری‌های محصولات کشاورزی (Boursianis et al., 2022; Chivasa et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Ayamga et al., 2021; Maddikunta et al., 2021; Librán-Embid et al., 2020; Zhan et al., 2020; Radoglou-Grammatikis et al., 2020) مربوط به مقوله نظارت و بهینه‌سازی فرآیند تولید محصول (بهبود مدیریت مزرعه) با ۱۴ تکرار و صرفه‌جویی در نیروی کار (Wachenheim et al., 2021; Chakreeves et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; )، کمک به اشتغال جوانان تحصیل‌کرده در بخش کشاورزی به دلیل وجود فناوری سطح بالا (Zhan et al., 2020; Ayamga et al., 2021; Sylvester, 2018)، عدم تخریب مزرعه و محصول، مربوط به مقوله مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (رفاه و بهزیستی) و اندازه کوچک و حمل‌ونقل آسان (Chakreeves et al., 2021) مربوط به مقوله ویژگی‌های فنی منحصربه‌فرد با ۱۳ تکرار به‌عنوان ضروری‌ترین و بااهمیت‌ترین دلایل به‌کارگیری پهپادها در برنج‌کاری شناسایی شدند.

مبتنی بر مقوله‌های استخراج‌شده از تحلیل محتوای کدهای (مفاهیم) استخراج‌شده، مدل منطقی روابط بین مقوله‌ها را می‌توان مطابق شکل (۲) استنباط و تجسم کرد. بر این اساس می‌توان اذعان داشت که با توجه به ویژگی‌های منحصربه‌فرد پهپادها، کشاورزی از جمله سرعت و انجام مأموریت‌های کشاورزی ترکیبی و نیز اندازه کوچک و حمل‌ونقل آسان، به‌کارگیری آن در برنج‌کاری موجب نظارت و بهینه‌سازی فرآیند تولید محصول از جمله شناسایی

دقیق آفات و بیماری‌های برنج می‌شود که در نهایت منجر به کسب مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی از جمله کاهش سختی کار برنج‌کاران، کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی و آلودگی ناشی از آن‌ها، کاهش فشار به منابع آب کشاورزی از طریق استفاده دقیق، صرفه‌جویی در زمان، هزینه و نیروی کار، کمک به اشتغال جوانان تحصیل‌کرده در بخش کشاورزی و جلوگیری از تخریب محصول در مقایسه با روش سنتی مدیریت مزرعه خواهد شد. از این جهت کاربرد پهپادها در برنج‌کاری بسیار ضروری و با اهمیت است.



شکل ۲- تحلیل ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادها در شالیزارهای دشت هراز

در این راستا لازم است، به منظور توسعه کاربرد پهپادها در برنج‌کاری دست‌اندرکاران، محققان و مروجان فعال در این حوزه به تبیین نقش، ضرورت و اهمیت استفاده از پهپادها برای برنج‌کاران به طرق مختلف از جمله کارگاه‌های آموزشی، دوره‌های آموزشی، روز مزرعه، شبکه‌های اجتماعی و غیره در موارد زیر بپردازند:

کاهش صعوبت کار، ارزیابی دقیق جمعیت آفات و بیماری‌ها و نیز کاهش تخریب محصول، استفاده بهینه از سموم و کودهای شیمیایی در نتیجه محلول‌پاشی اصولی و دقیق و کاهش آلودگی ناشی از استفاده بی‌رویه آن‌ها،

ردیابی دقیق مزرعه و ارزیابی نیاز آبی گیاه و آبیاری گیاه متناسب با نیاز مصرفی و در نتیجه کاهش فشار به منابع آب کشاورزی،

استفاده چندکاره از پهپادها برای انجام مأموریت‌های کشاورزی ترکیبی و افزایش سرعت کار و در نتیجه صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه اقتصادی و کاهش نیروی کار،

کمک به اشتغال جوانان تحصیل‌کرده در بخش کشاورزی (بالأخص جوانان تحصیل‌کرده روستایی) به دلیل فناوری سطح بالا بکار گرفته شده در پهپادها و لزوم داشتن دانش رایانه‌ای.

این مطالعه مانند هر پژوهش دیگری با محدودیت‌هایی همراه بود. اصلی‌ترین محدودیت این بود که این مطالعه به بررسی ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادها صرفاً در شالیزارها پرداخت، چراکه احتمال می‌رفت کارکرد و اهمیت کاربرد آن در دیگر محصولات زراعی و نیز محصولات باغی متفاوت باشد. از این رو پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران آتی چنین مطالعه‌ای را برای سایر محصولات کشاورزی مورد بررسی قرار دهند.

## منابع

۱. آرایش، م. ب. و صبوری، م. ص. ۱۳۹۴. الزام‌های آموزشی به‌کارگیری کشاورزی دقیق از دیدگاه محققان کشاورزی استان ایلام. فصل‌نامه پژوهش مدیریت آموزش کشاورزی، ۷ (۳۵): صص ۷۰-۵۴.
۲. آمارنامه کشاورزی. ۱۴۰۱. آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰: جلد اول؛ محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
۳. رحیمی‌پول، م.، اکبری نودهی، د.، اسدی، ر.، باقری، ع. و شهیمیری، ف. ش. ۱۴۰۰. تاثیر آبیاری قطره‌ای و غرقابی بر عملکرد و بهره‌وری آب در دو روش کشت برنج در مازندران. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۵ (۴): صص ۳۹۲-۴۰۴.
۴. سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران. ۱۳۹۷. محصولات عمده زراعی استان مازندران.
۵. سوختانلو، م.، سواری، م. و غلامی، ح. ۱۴۰۰. مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های ریسک سلامتی کشاورزان در مصرف سموم شیمیایی (مورد مطالعه کشاورزان سیب‌زمینی‌کار استان اردبیل). علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۷ (۱): صص ۱۱۷-۱۰۱.
۶. ظهیری، م. و موسوی، س. ر. ۱۳۹۳. ارزیابی مدیریت مبارزه بیولوژیک به‌وسیله تریکوگراما و نقش آن در کاهش سموم در شمال کشور. سومین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ۲۹ مردادماه.
۷. عیدی، ا.، کاظمیه، ف.، ظریفیان، ش. و میرلو، س. ۱۳۹۹. تحلیل مسائل و مشکلات کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان ارومیه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۰ (۱): صص ۲۲۳-۲۱۱.
۸. کوچکی، ع.، نصیری‌محلاتی، م.، امین‌غفوری، ا.، محلوچی‌راد، م. و فلاح‌پور، ف. ۱۳۹۵. ارزش اقتصادی خدمات بوم نظام‌های تولیدی گندم (*Triticum aestivum* L.) استان خراسان. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۸ (۴): صص ۶۲۷-۶۱۲.
۹. مردانی نجف‌آبادی، م.، میرزایی، ع. و اوحدی، ن. ۱۳۹۹. بررسی کارایی انرژی برنج با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی بازه‌ای (مطالعه موردی: برنج‌کاران استان گلستان). مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۵۱-۲ (۴): صص ۶۶۱-۶۷۷.
۱۰. مرکز آمار ایران (۱۴۰۲). داده‌های و اطلاعات آماری. درگاه ملی آمار.
۱۱. مؤمنی‌هلالی، ه.، صدیقی، ح.، چیدری، م. و عباسی، ع. ۱۳۹۸. تحلیل وضعیت اکوسیستم کارآفرینی مؤثر بر توسعه فعالیت‌های کارآفرینانه روستایی: بینش‌هایی از یک پیمایش در میان شالی‌کاران چندکاره حوضه آبریز دشت هراز. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۵ (۲): صص ۱۸۶-۱۶۷.
۱۲. ولی‌زاده، ن.، حاجی، ل. و خان‌نژاد، س. ۱۴۰۰. واکاوی رانه‌های پذیرش پهبادهای کشاورزی در زارعت گندم. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۷ (۲): صص ۲۶۳-۲۵۱.
۱۳. ویتترین نت. (۱۴۰۰). سمپاشی هوایی چگونه انجام می‌شود؟ بازیابی شده در: <https://in.vitrinnet.com/aerial-spraying/>
۱۴. همایونی، ز.، ابولحسنی، ل. و صبوحی، م. ۱۳۹۷. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ارقام مختلف شلتوک برنج (*Oryza sativa* L.) در شهرستان کردکوی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰ (۲): صص ۶۰۲-۵۸۰.
۱۵. یاقوتی، ح.، امیری، ا. و امیری، ا. ۱۴۰۰. ارزیابی زراعی مدل WOFOST در برآورد عملکرد برنج در اراضی شالیزاری شهرستان شفت با استفاده از تحلیل‌های مکانی سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۱ (۱): صص ۲۰۷-۱۹۳.
۱۶. یزدی‌صمدی، ب. ۱۳۹۶. کاربرد فناوری‌های آینده‌نگر در تأمین امنیت غذایی در ایران و جهان. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲ (۱): صص ۲۸-۱۵.

17. Ary, D., Jacobs, L.C. and Sorensen, C.K. (2010). Introduction to research in education. Eighth Edition. USA: Wadsworth.
18. Ayamga, M., Tekinerdogan, B., Kassahun, A. and Rambaldi, G. (2021). Developing a policy framework for adoption and management of drones for agriculture in Africa. *Technology Analysis and Strategic Management*, 33(8), 970–987.
19. Barbieri, C. and Mahoney, E. (2009). Why is diversification an attractive farm adjustment strategy? Insights from Texas farmers and ranchers. *Journal of Rural Studies*, 25, 58-66.
20. Bouguettaya, A., Zarzour, H., Kechida, A. and Taberkit, A.M. (2022). Deep learning techniques to classify agricultural crops through UAV imagery: a review. *Neural Computing and Applications*, 34(12), 9511–9536.
21. Boursianis, A.D., Papadopoulou, M.S., Diamantoulakis, P., Liopa-Tsakalidi, A., Barouchas, P., Salahas, G., Karagiannidis, G., Wan, S. and Goudos, S.K. (2022). Internet of things (IoT) and agricultural unmanned aerial vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review. *Internet of Things*, 18, 100187 .
22. Chakreeves, T., Preittigun, A. and Phu-ang, A. (2021). Stakeholder analysis of agricultural drone policy: A case study of the agricultural drone ecosystem of Thailand. *International Journal of Law and Political Sciences*, 15(1), 118–123.
23. Chen, L., Zhao, X., Tang, O., Price, L., Zhang, S. and Zhu, W. (2017). Supply chain collaboration for sustainability: A literature review and future research agenda. *International Journal of Production Economics*, 194, 73-87.
24. Chivasa, W., Mutanga, O. and Burgueño, J. (2021). UAV-based high-throughput phenotyping to increase prediction and selection accuracy in maize varieties under artificial MSV inoculation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 184, 106128.
25. Duan, J., Zhang, C., Gong, Y., Brown, S. and Li, Z. (2020). A content-analysis based literature review in block chain adoption within food supply chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 1784.
26. El Hoummadi, L., Larabi, A. and Alam, K. (2021). Using unmanned aerial systems and deep learning for agriculture mapping in Dubai. *Heliyon*, 7(10), e08154.
27. *European Court of Auditors. (2018). Future of the CAP Briefing Paper. March.*
28. FAO. (2013). 2014 IYFF FAO Concept Note. In Food and Agriculture Organization of the United Nations (Issue May 9). FAO.
29. Frankelius, P., Norrman, C. and Johansen, K. (2019). *Agricultural Innovation and the Role of Institutions: Lessons from the Game of Drones. Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 32(5–6), 681–707.
30. Freeman, P.K. and Freeland, R.S. (2015). Agricultural UAVs in the U.S.: Potential, policy, and hype. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2, 35–43.
31. Getz, D. and Carlsen, J. (2000). Characteristics and goals of family and owner-operated businesses in the rural tourism and hospitality sectors. *Tourism Management*, 21, 547-560.
32. Inoue, Y. (2020). Satellite- and drone-based remote sensing of crops and soils for smart farming—a review. *Soil Science and Plant Nutrition*, 66(6), 798–810 .
33. Karamidehkordi, E. (2010). A country report: challenges facing Iranian agriculture and natural resource management in the twenty-first century. *Human Ecology*, 38(2), 295–303.
34. Kim, H.G., Park, J.S. and Lee, D.H. (2018). Potential of unmanned aerial sampling for monitoring insect populations in rice fields. *Florida Entomologist*, 101(2), 330–334.
35. Librán-Embí, F., Klaus, F., Tschardtke, T. and Grass, I. (2020). Unmanned aerial vehicles for biodiversity-friendly agricultural landscapes - A systematic review. *Science of the Total Environment*, 732, 139204 .
36. Maddikunta, P.K.R., Hakak, S., Alazab, M., Bhattacharya, S., Gadekallu, T.R., Khan, W.Z. and Pham, Q.V. (2021). Unmanned aerial vehicles in smart agriculture: Applications, requirements, and challenges. *IEEE Sensors Journal*, 21(16), 17608–17619.

37. Moysiadis, V., Sarigiannidis, P., Vitsas, V. and Khelifi, A. (2021). Smart farming in Europe. *Computer Science Review*, 39, 100345.
38. Radoglou-Grammatikis, P., Sarigiannidis, P., Lagkas, T. and Moscholios, I. (2020). A compilation of UAV applications for precision agriculture. *Computer Networks*, 172, 107148.
39. Rahman, M. F. F., Fan, S., Zhang, Y. and Chen, L. (2021). *A comparative study on application of unmanned aerial vehicle systems in agriculture. Agriculture (Switzerland)*, 11(1), 1–26.
40. Rani, A., Chaudhary, A., Sinha, N.K., Mohanty, M. and Chaudhary, R.S. (2019). Drone: the green technology for future agriculture. *Soil Helath: Technological Interventions*, 2(1), 3–6.
41. Seuring, S. and Gold, S. (2012). Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(5), 544-555.
42. Sylvester, G. (2018). *E-agriculture in action: drones for agriculture*. Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
43. Wachenheim, C., Fan, L. and Zheng, S. (2021). Adoption of unmanned aerial vehicles for pesticide application: Role of social network, resource endowment, and perceptions. *Technology in Society*, 64, 101470.
44. Yinka-Banjo, C. and Ajayi, O. (2020). Sky-farmers: Applications of unmanned aerial vehicles (UAV) in agriculture. In *autonomous vehicles*. Dekoulis, G. (edi.), 107-128 .
45. Zhan, Y., Chen, S., Wang, G., Fud, J. and Lan, Y. (2021). Biological control technology and application based on agricultural unmanned aerial vehicle (UAV) intelligent delivery of insect natural enemies (*Trichogramma*) carrier. *Pest Management Science*, 77(7), 3259-3272.
46. Zheng, S., Wang, Z. and Wachenheim, C.J. (2019). Technology adoption among farmers in Jilin province, China: The case of aerial pesticide application. *China Agricultural Economic Review*, 11(1), 206–216.